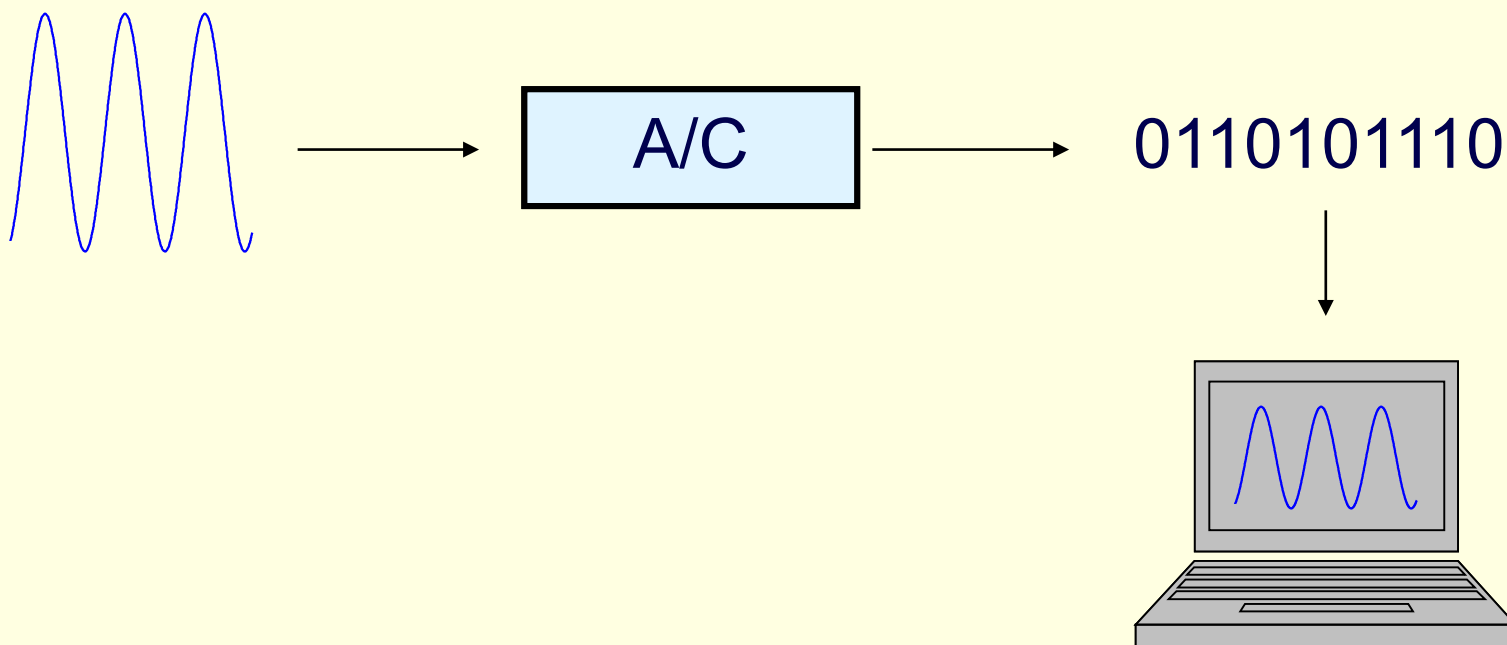


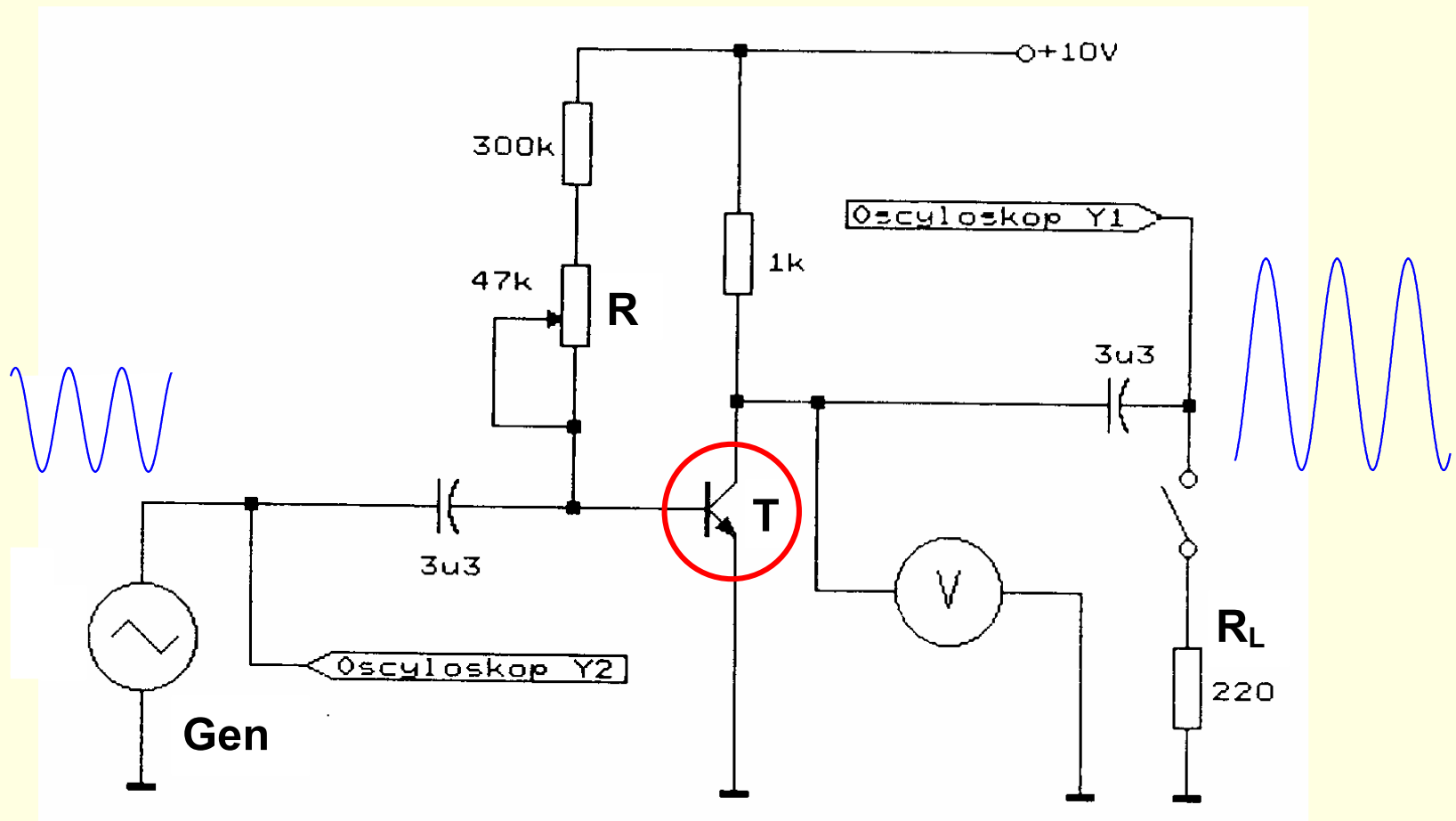
Przetwarzanie analogowo-cyfrowe sygnałów



Po co przekształcać sygnał do postaci cyfrowej?

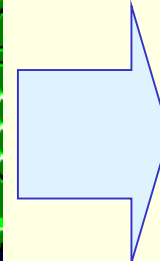
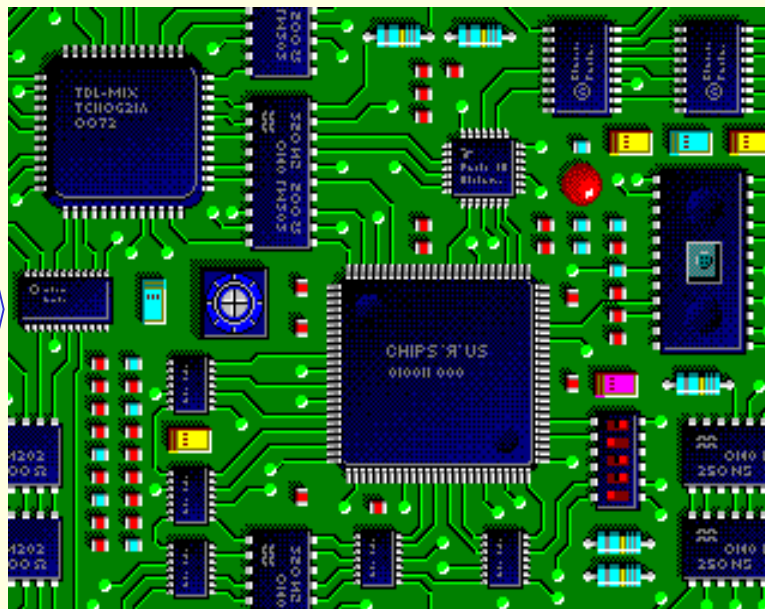
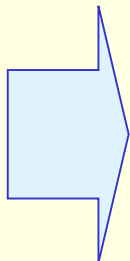
- Można stosować komputerowe metody rejestracji, przetwarzania i analizy sygnałów
- parametry systemów cyfrowych nie podlegają zmianom w czasie są m.in. niezależnie od zmian temperatury
- można stosować złożone procedury przetwarzania i analizy sygnałów, które dzięki programowej realizacji można łatwo modyfikować
- sygnał w postaci cyfrowej łatwo zapamiętać w postaci elektronicznej i przesyłać

Przykład elektronicznego układu analogowego

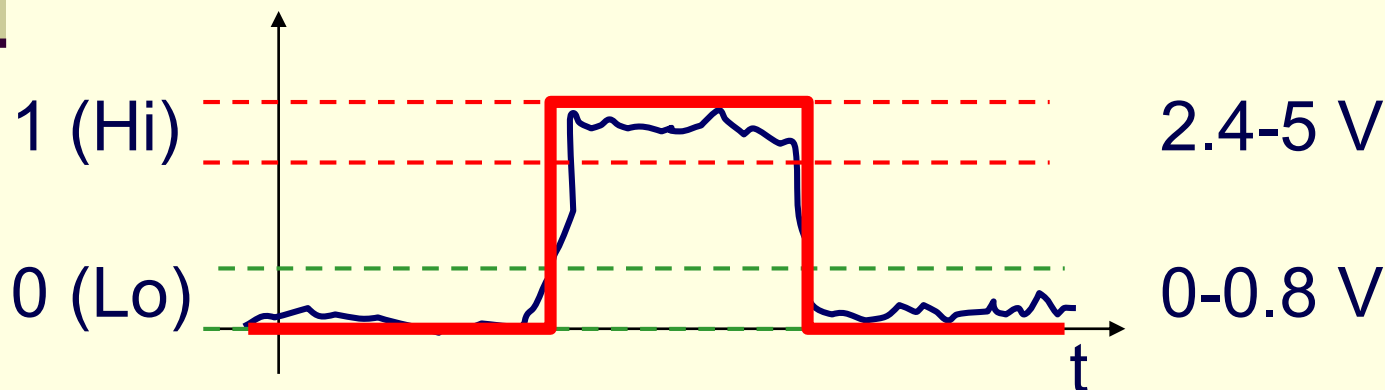


Przykład elektronicznego układu cyfrowego

01100011001
01001000100
01001001001
.....
.....

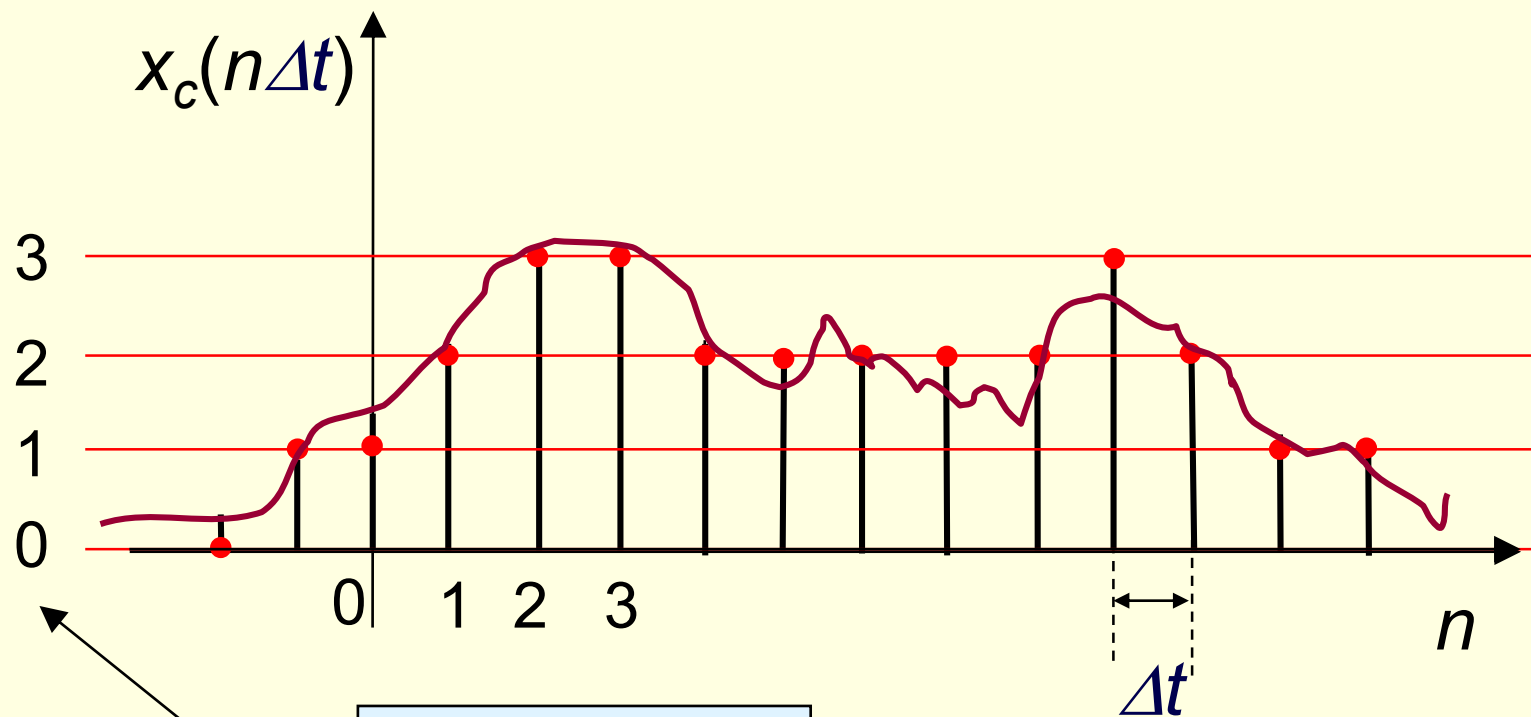


11100011001
01001010101
01001011001
.....
.....



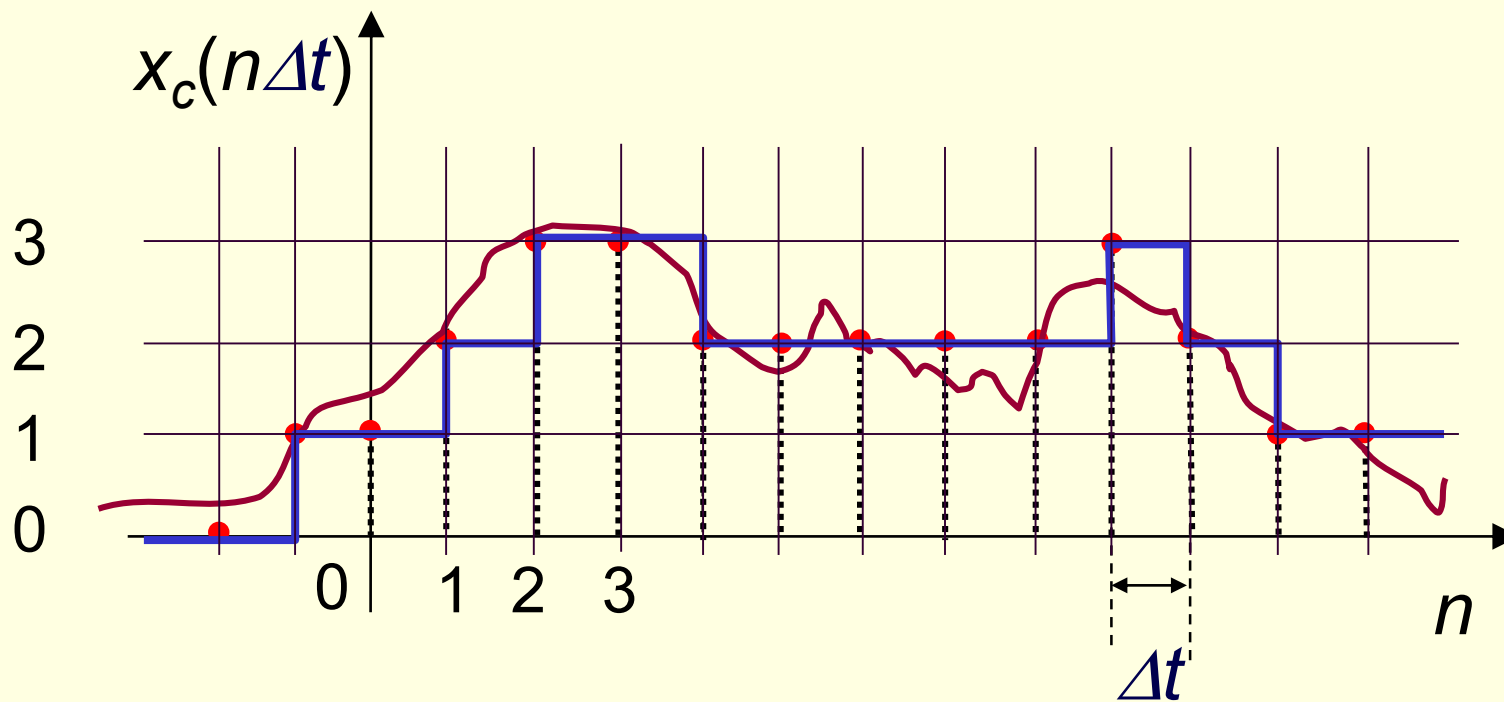
Sygnał dyskretny a sygnał cyfrowy

- Sygnał **dyskretny**, którego próbki **skwantowano** do wartości dyskretnych nazywamy sygnałem **cyfrowym**

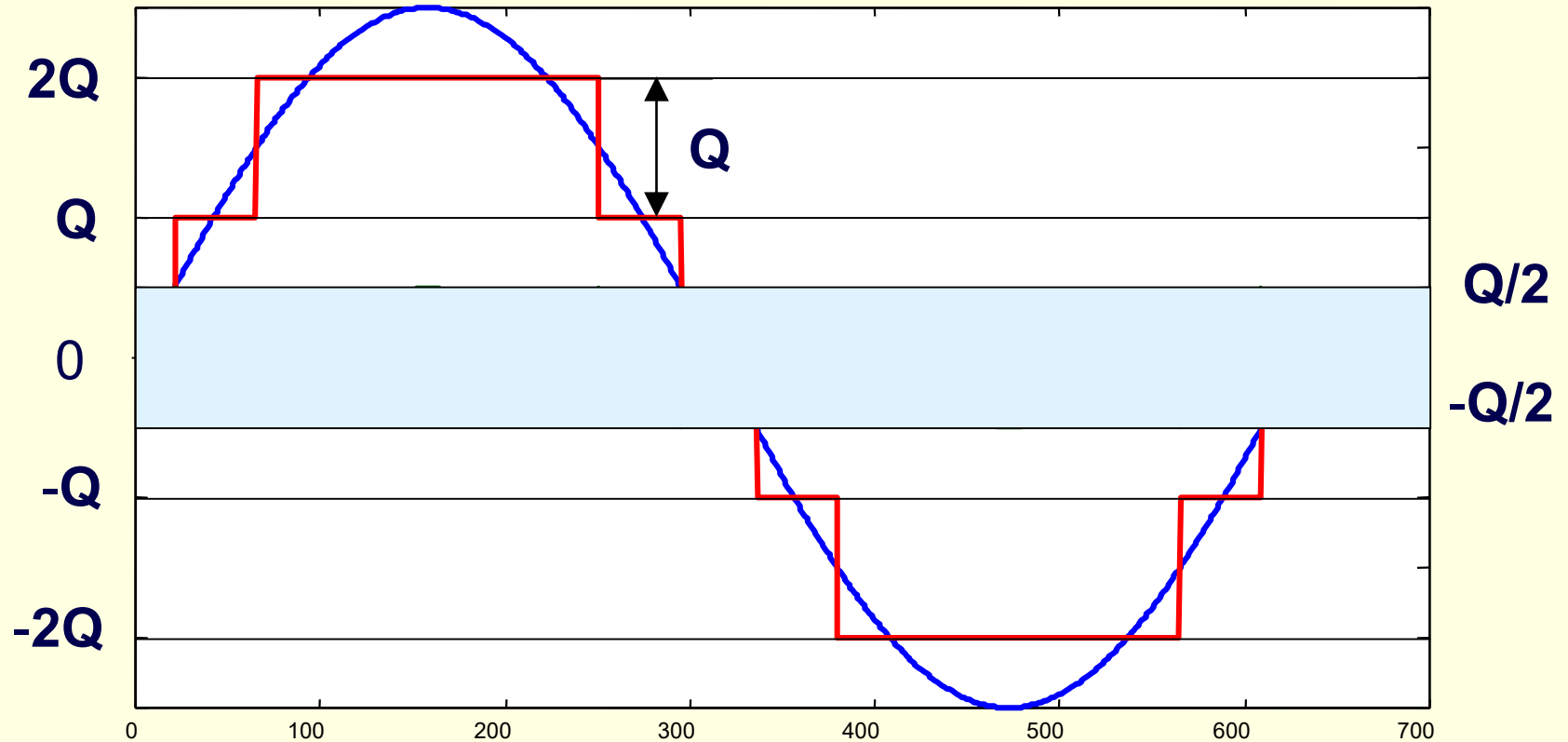


Sygnal cyfrowy

- Kwantyzacja amplitudy próbek jest działaniem **nieodwracalnym**, np. $\text{round}(4.3) = 4$



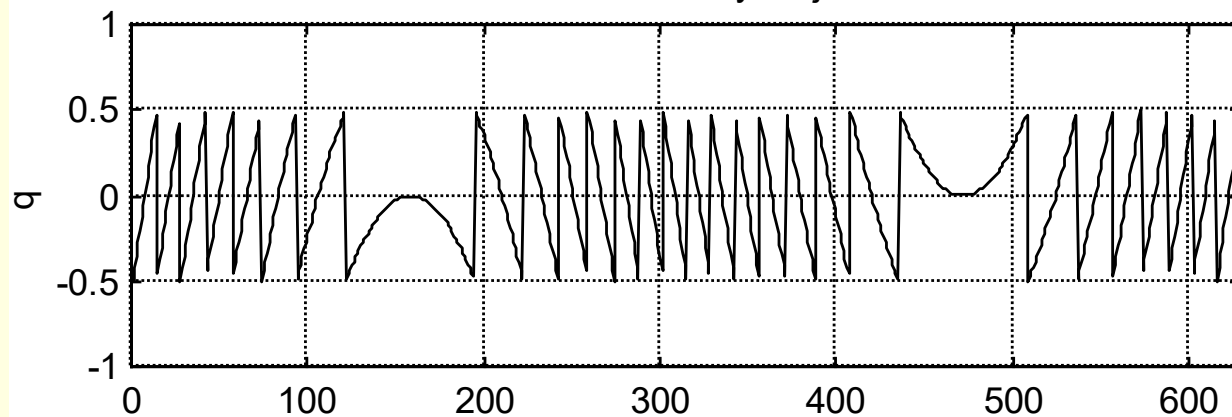
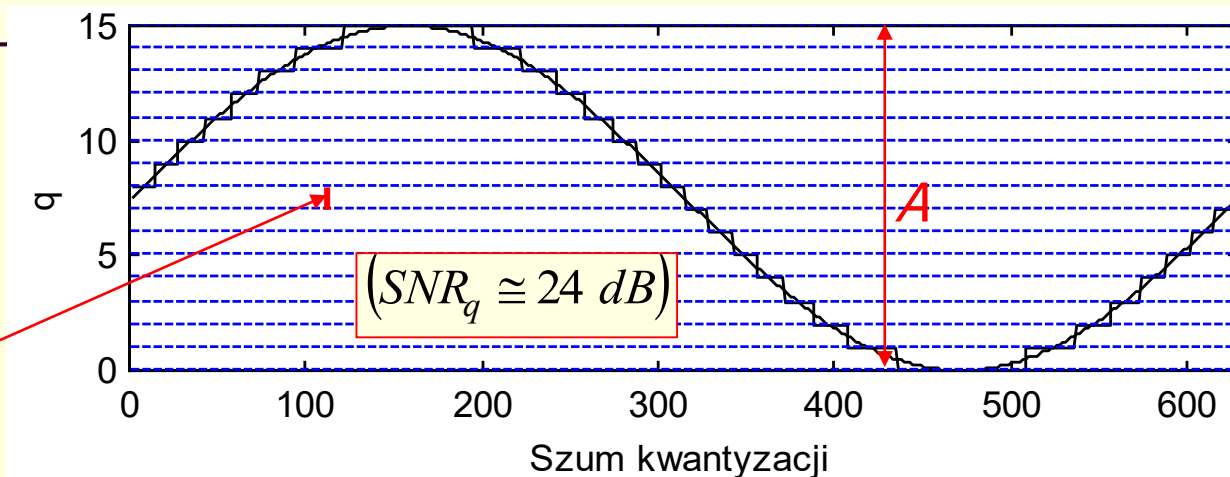
Szum kwantyzacji



Szum kwantyzacji (ang. quantization noise)

Odstęp kwantyzacji:

$$q = \frac{A}{2^B - 1}$$



Szum kwantyzacji:

$$SNR_q = 20 \log_{10} \left(\frac{A}{q} \right) = 20 \log_{10} (2^B - 1) \cong 20 \log_{10} (2^B) \cong 6B \quad [dB]$$

np. dla $B=8$, $SNR_q \cong 48 \text{ dB}$

Kodowanie cyfrowe a odstęp sygnału od szumu kwantowania

Praktyczny wzór do zapamiętania:

!

$$SNR_{dB} \cong 6B \text{ [dB]}$$

np. 11 bitów próbkowania sygnału EKG w bazie MIT-BIH zapewnia dynamikę sygnału ~65 dB

Wniosek: parametr SNR zwiększa się o 6dB z powiększeniem o 1 bit długości słowa kodującego próbki sygnału.

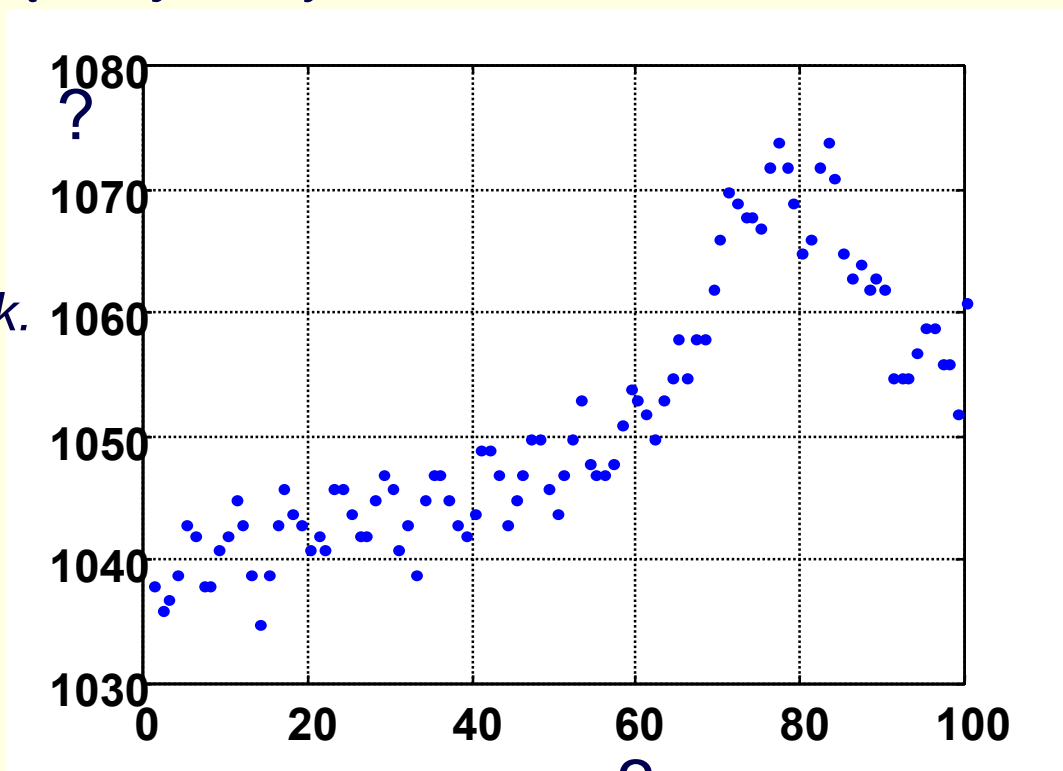
Sygnał cyfrowy – przykład EKG

Dane:

W bazie sygnałów EKG *MIT-BIH Arrhythmia Database* do przetworzenia sygnału do postaci cyfrowej zastosowano częstotliwość próbkowania $f_s = 360$ Hz oraz 11 bitowy przetwornik A/C przetwarzający zakres napięć wejściowych ± 5 mV.

Szukane:

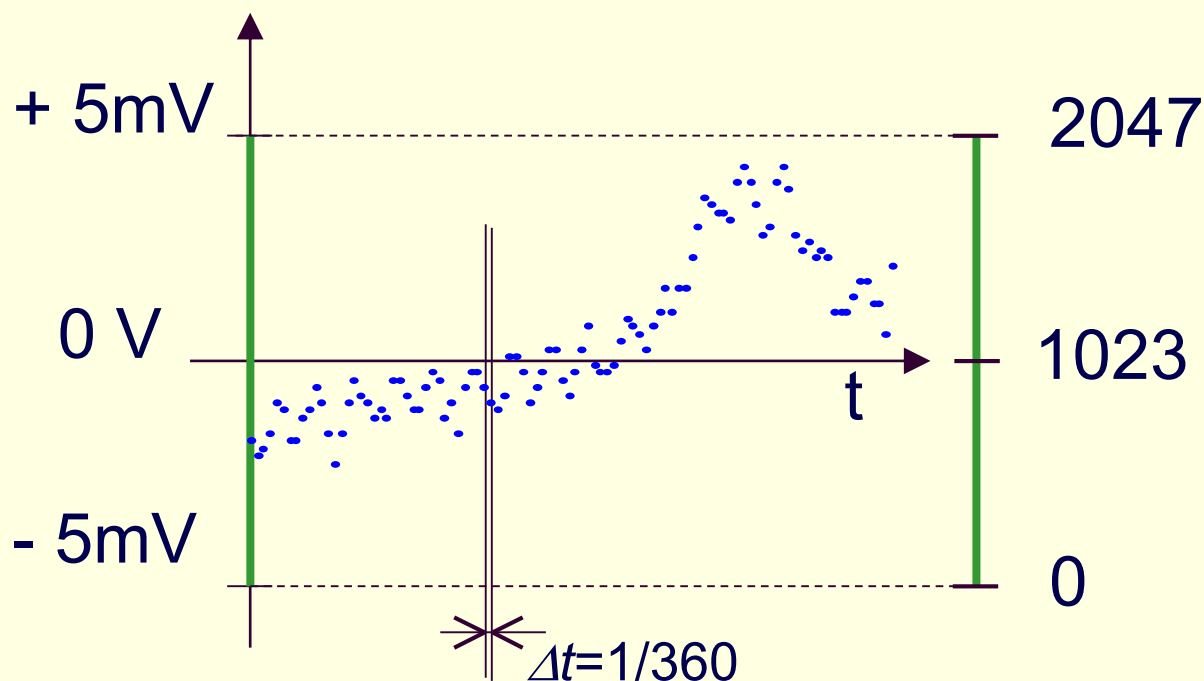
Wyznaczyć rzeczywiste wartości amplitud w mV oraz chwile czasowe w sek. odpowiadające kolejnym próbkom sygnału EKG



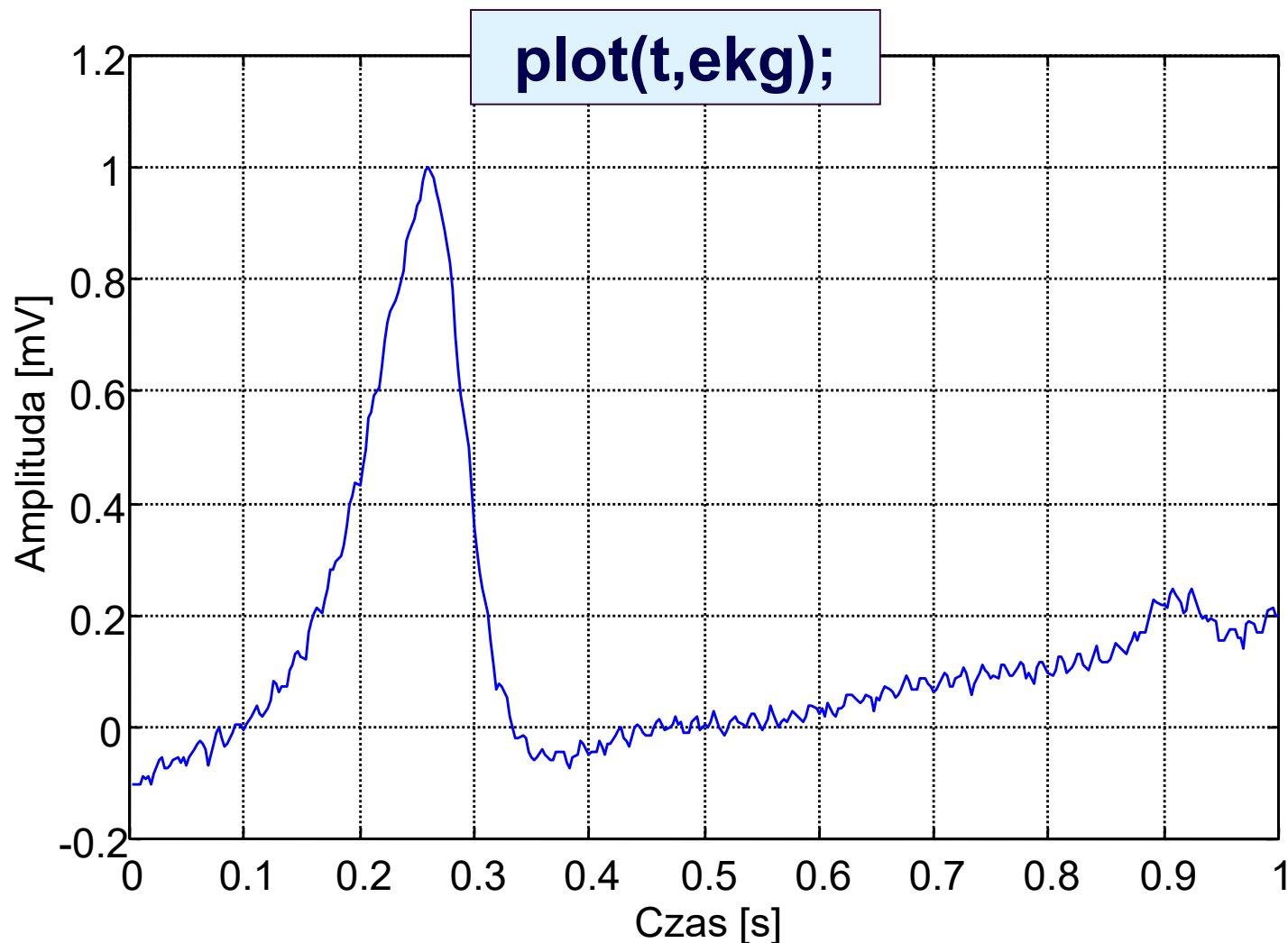
Sygnał cyfrowy – przykład EKG

Zadanie: W bazie danych MIT/BIH Arrhythmia Database próbki sygnałów EKG są kodowane słowami 11-bitowymi.

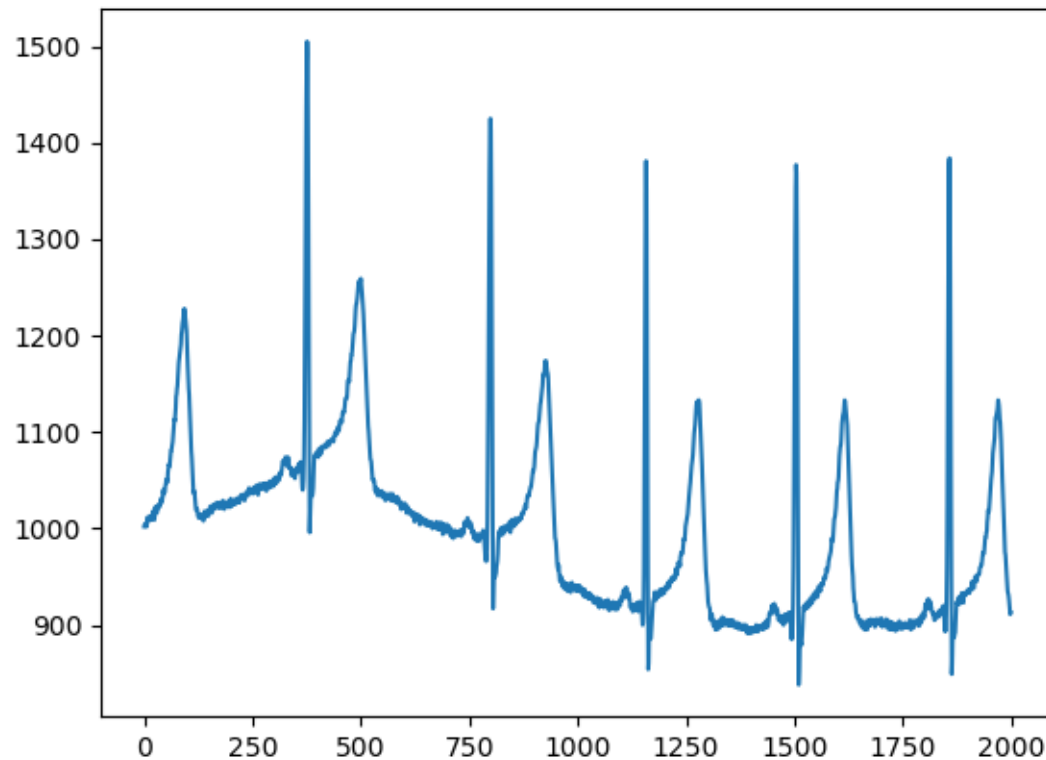
Zakres przetwarzania przetwornika A/C wynosi -5mV - $+5\text{mV}$.
Jak przeliczyć skwantowane wartości na wartości napięć?



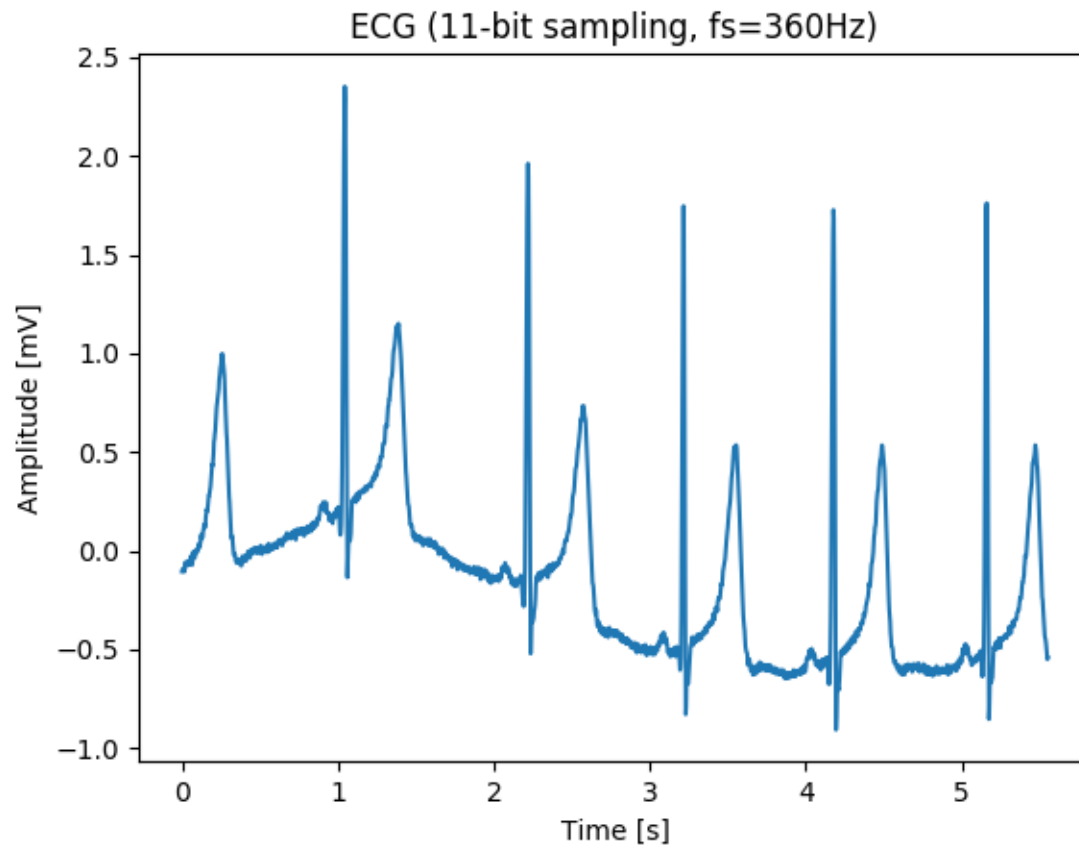
Sygnał cyfrowy – przykład EKG



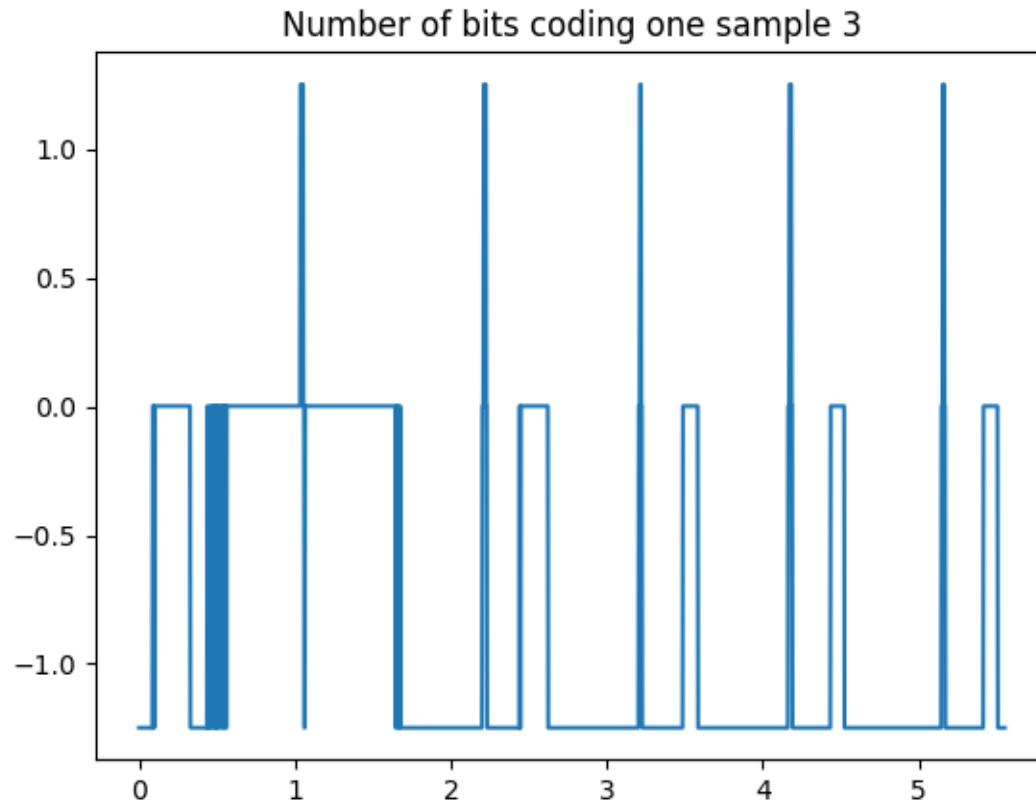
Sygnal cyfrowy EKG



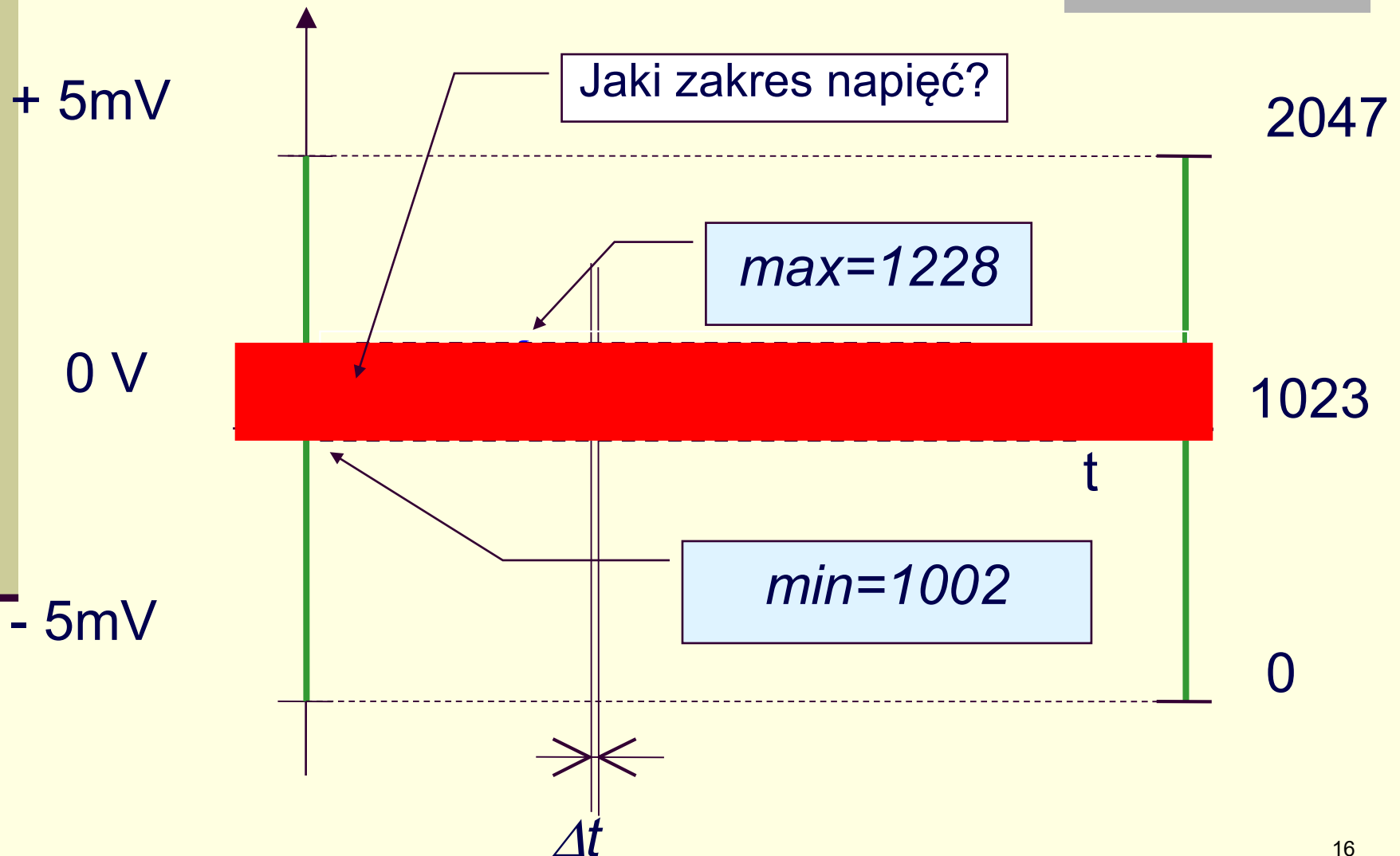
EKG wykreślone w skalach napięcia i czasu



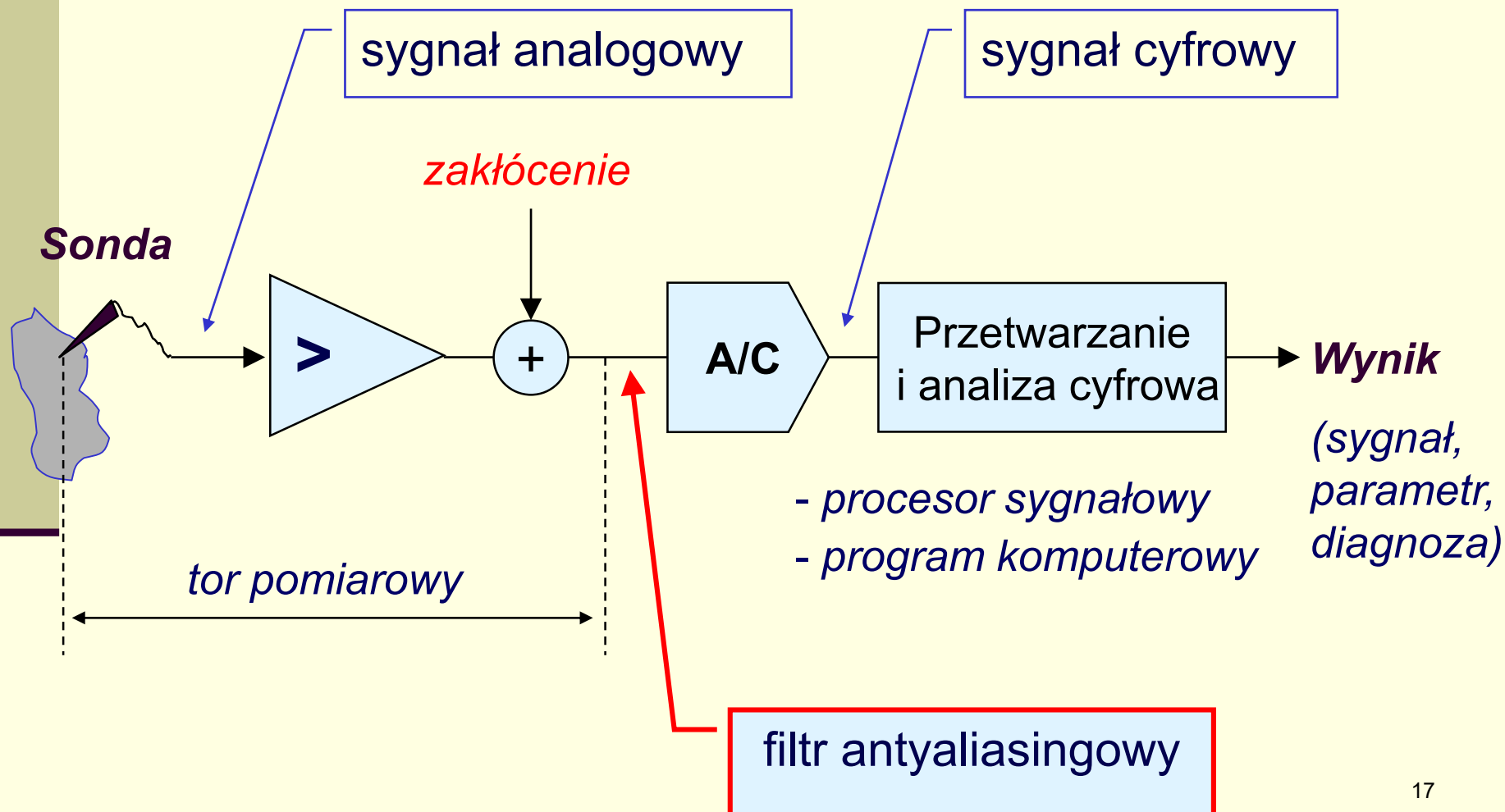
Efekt kwantyzacji



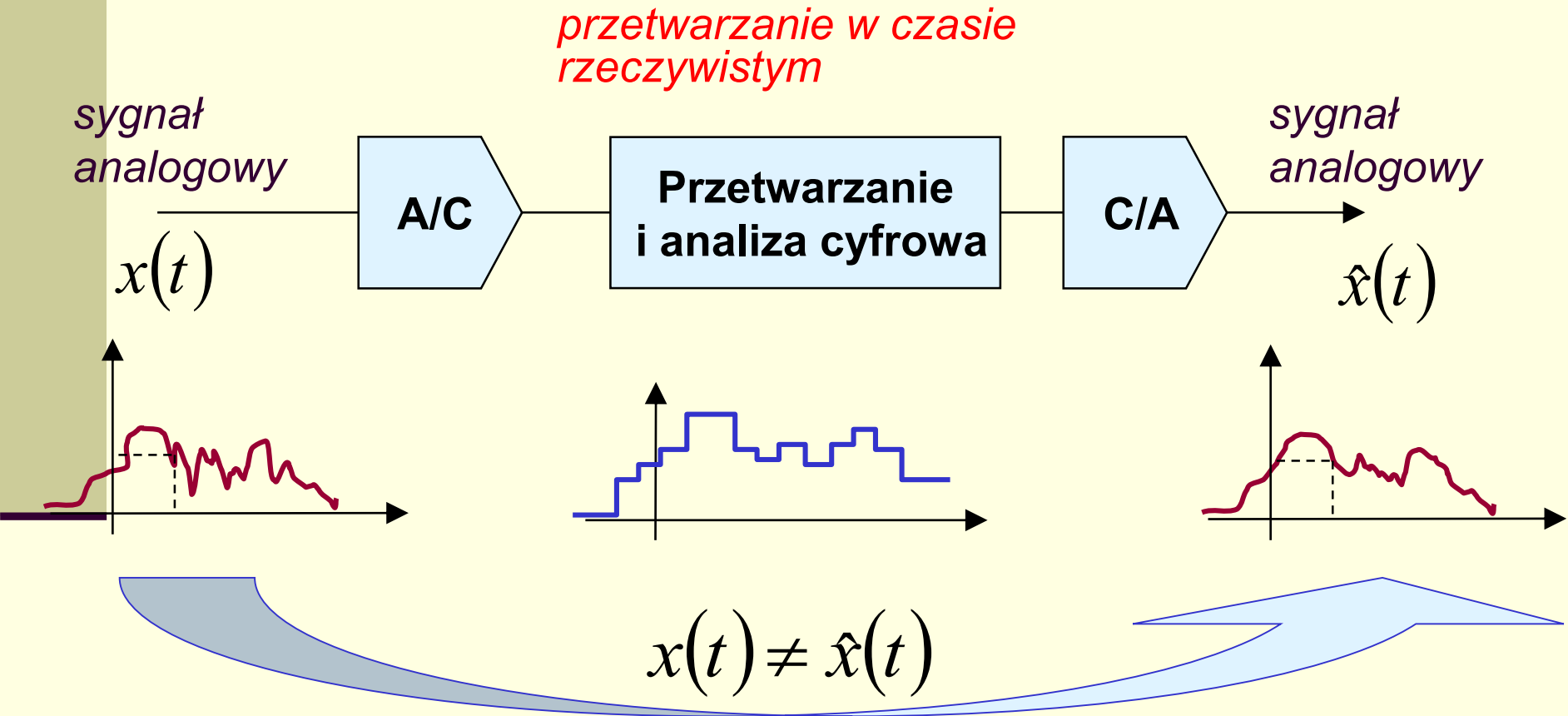
Zakres przetwarzania przetwornika AC



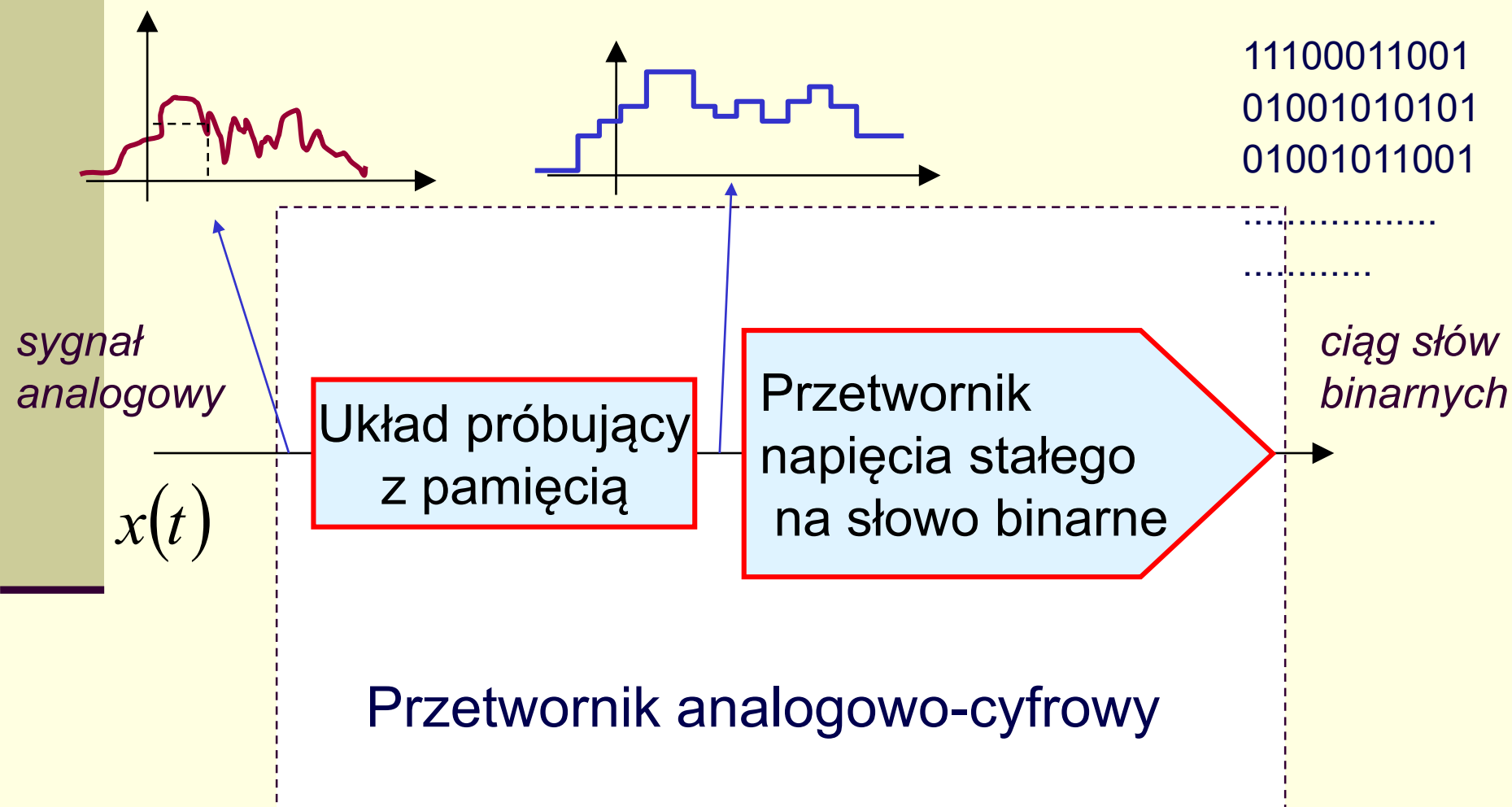
Cyfrowy system akwizycji sygnałów



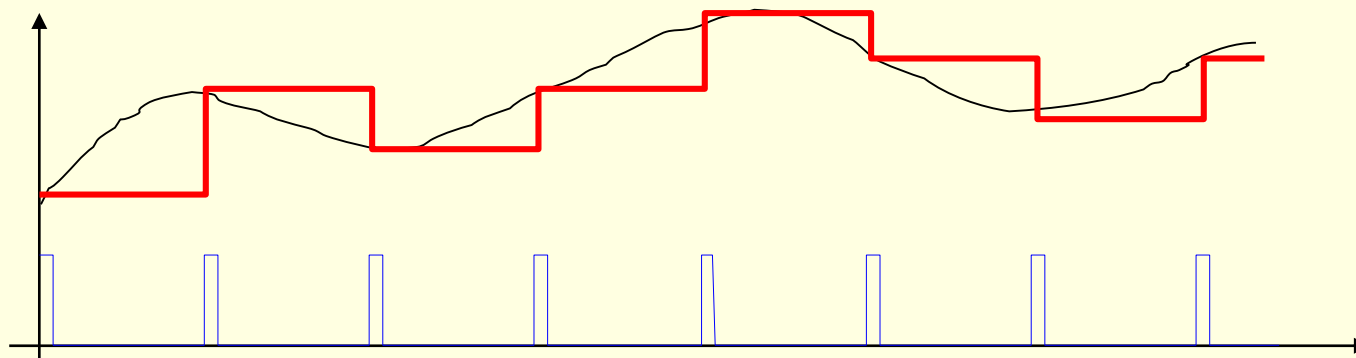
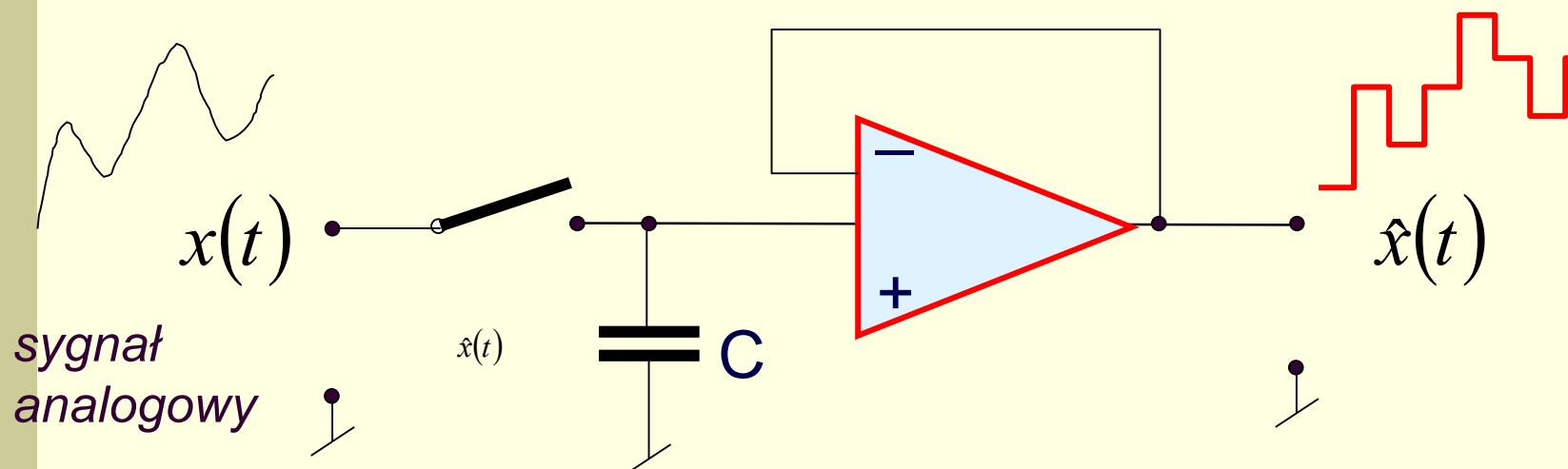
Cyfrowy system przetwarzania sygnałów



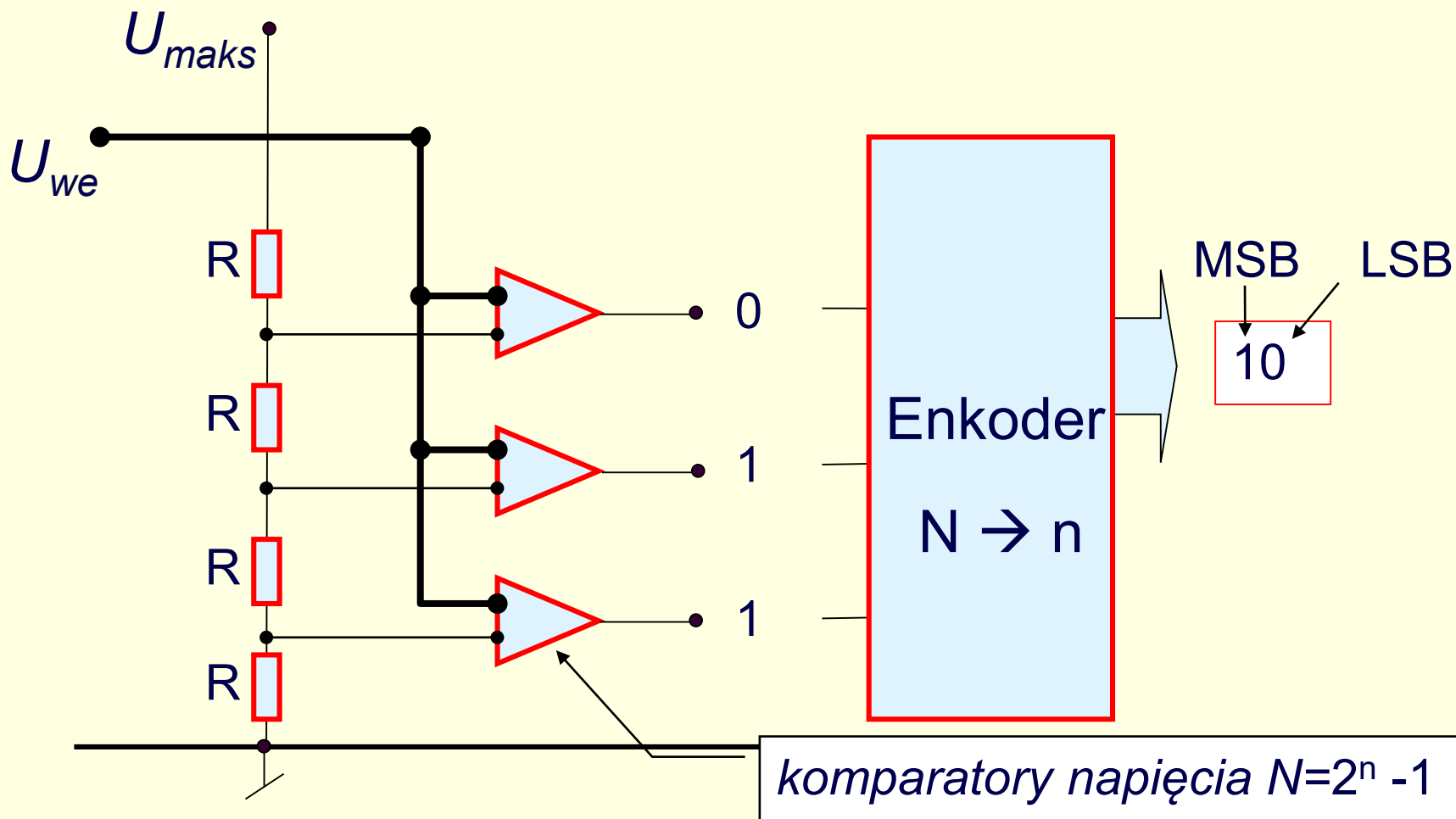
Konstrukcje przetworników AC



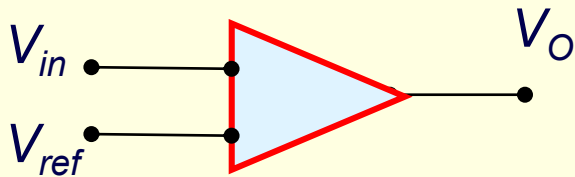
Układ próbkujący z pamięcią



Przetwornik A/C typu flash

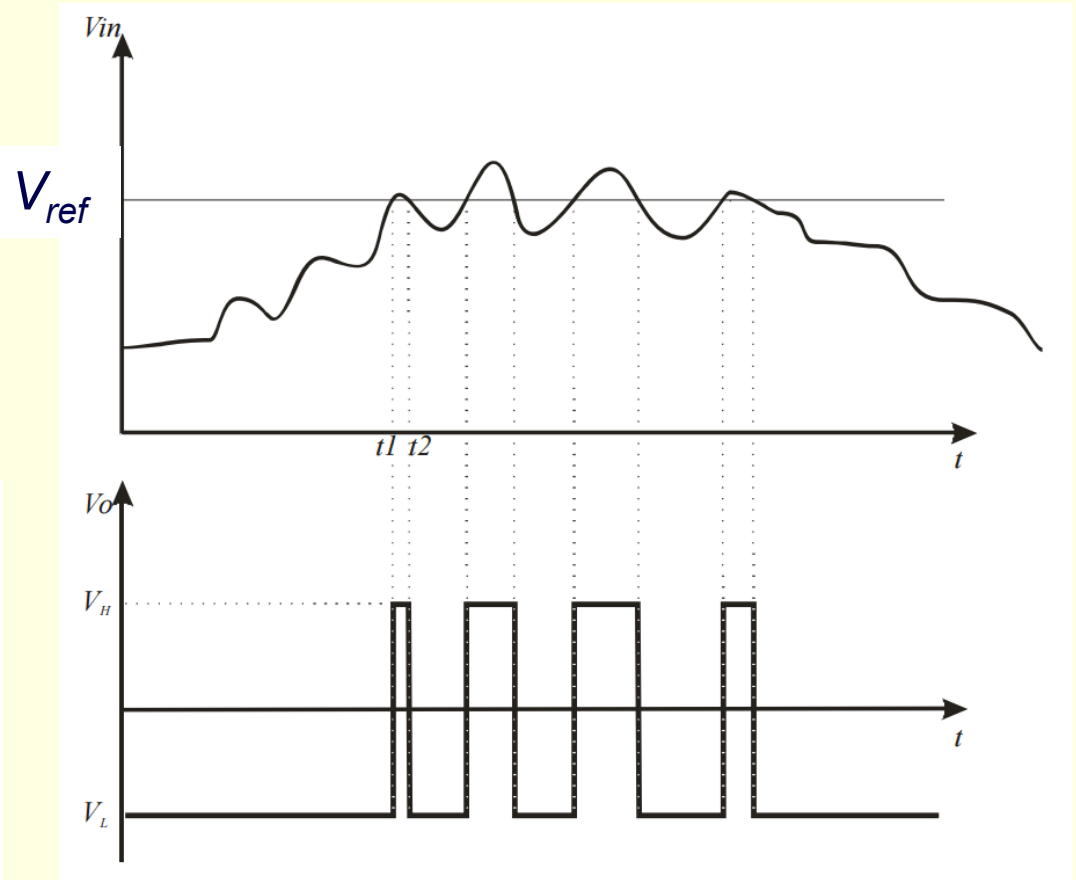
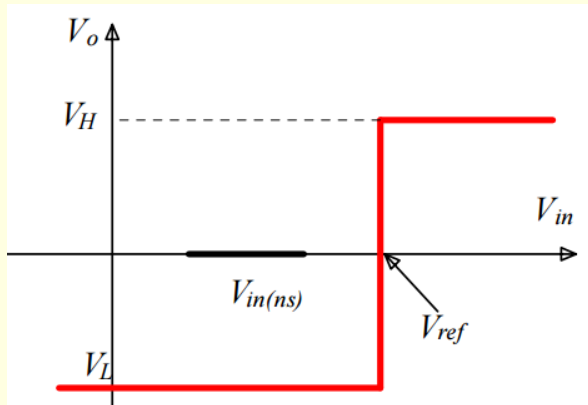


Działanie komparatora



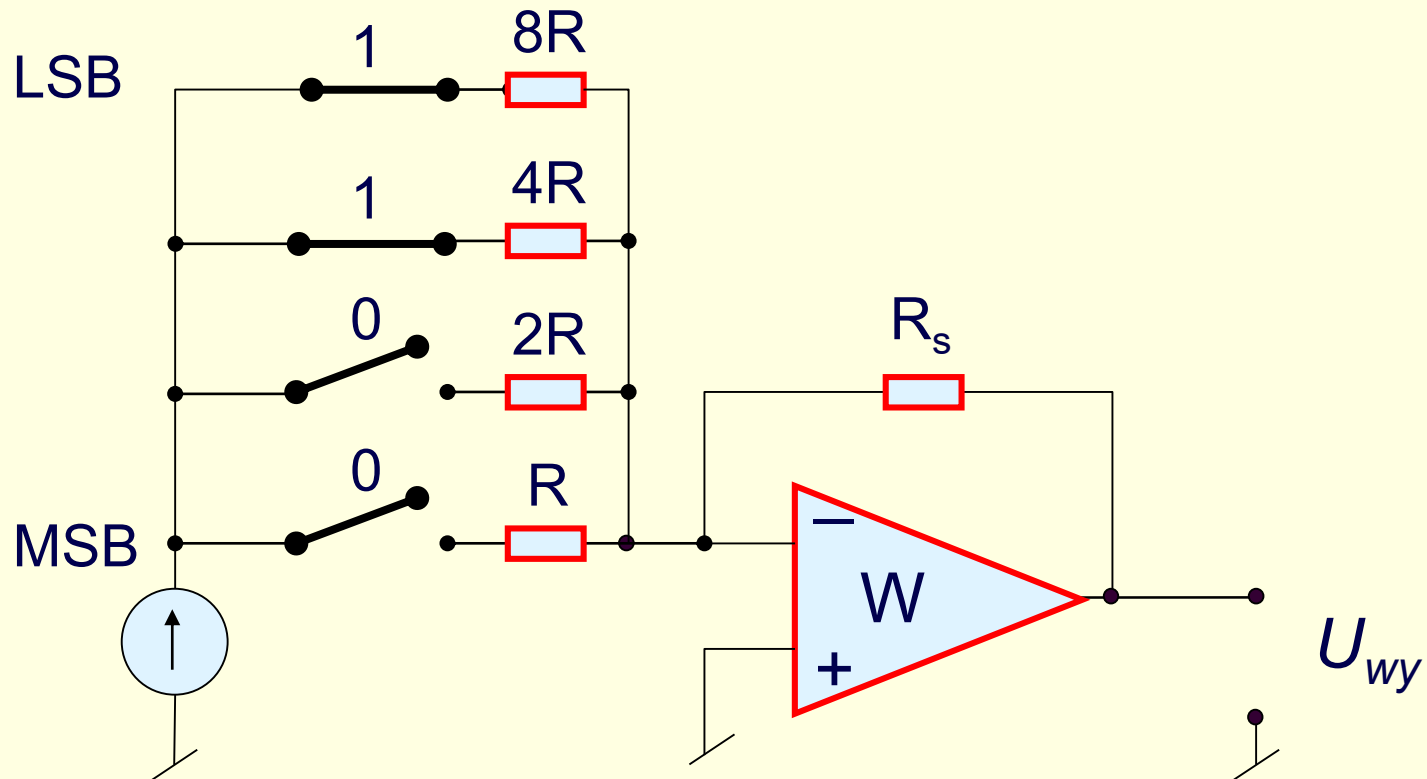
$$V_O = \{V_H, V_L\}$$

$$V_O = \{0, 1\}$$



from: <https://ocw.mit.edu>

Przetwornik C/A z sumowaniem prądów



Przetworniki A/C i C/A

Obecnie przetworniki A/C i C/A są dostępne w postaci układów scalonych (m.in. są elementami procesorów jednoukładowych).

Ich podstawowe parametry to:

- zakres napięć wejściowych/wyjściowych
- liczba bitów
- czas przetwarzania, np. 20 us
- błąd nieliniowości np. $\frac{1}{2}$ LSB



Analog Devices

Podsumowanie

- Cyfryzacja sygnału- po co?
- Kwantyzacja
- SNR – szum kwantyzacji
- Przetworniki A/C i C/A